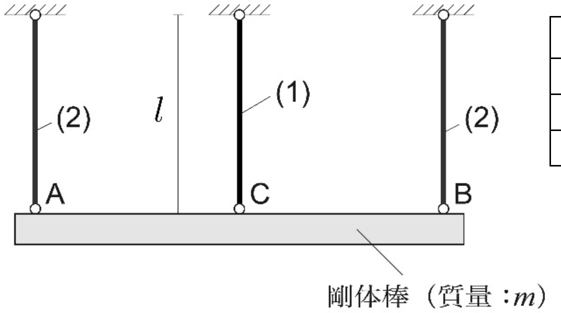
受験番号

1.　図1に示すように，質量 m の均質な剛体棒をその重心線上のC点に対し，対称となるように3本のワイヤロープで吊った状態を考える。ワイヤロープ(1)および(2)の長さは l，断面積は A と同一とし，弾性係数をそれぞれ E_1, E_2 とするとき，ワイヤロープ(1)に作用する力 P_1 を求めよ。ただし，重力加速度は g とする。



	ワイヤロープ(1)	ワイヤロープ(2)
長さ	l	l
断面積	A	A
弾性係数	E_1	E_2

図1

受験番号

2.　はりのたわみに関する微分方程式は次式のように与えられる。この前提のもとで以下の問いに答えよ。

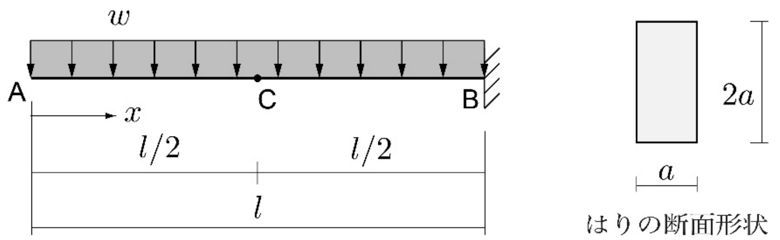
$$EI\frac{d^2y}{dx^2} = -M(x)$$

ここで，EI は曲げ剛性，y はたわみ（下向きを正），$M(x)$ は曲げモーメント（はりの下側に引張が生じるときを正），x は水平軸に沿ったはりの座標（右向きを正）である。

(1)　図2に示すように片持ちばりに等分布荷重 w が作用しているとき，曲げモーメント(M)図およびせん断力(Q)図を描け。

(2)　はりの断面が矩形断面（幅 a，高さ $2a$）とするとき，C点におけるはり断面上縁の曲げ応力度 σ_{uC} を求めよ。ただし，引張を正とする。

(3)　自由端Aにおける回転角 θ_A およびたわみ y_A を求めよ。



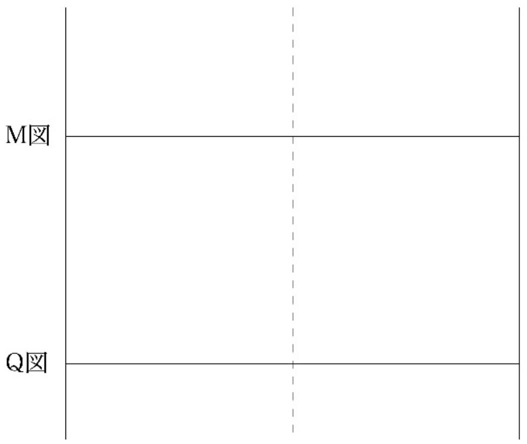


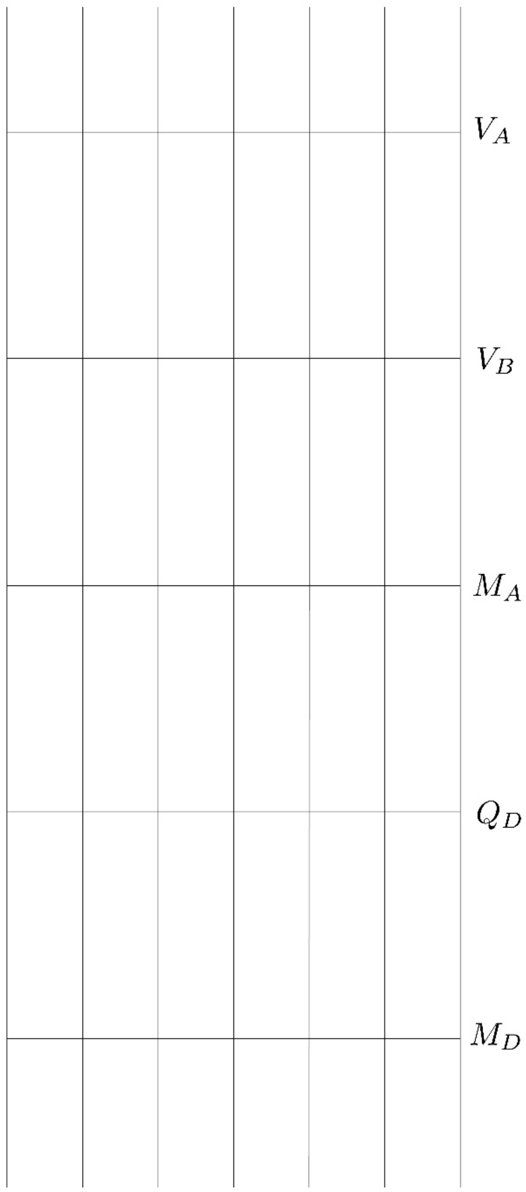
図2

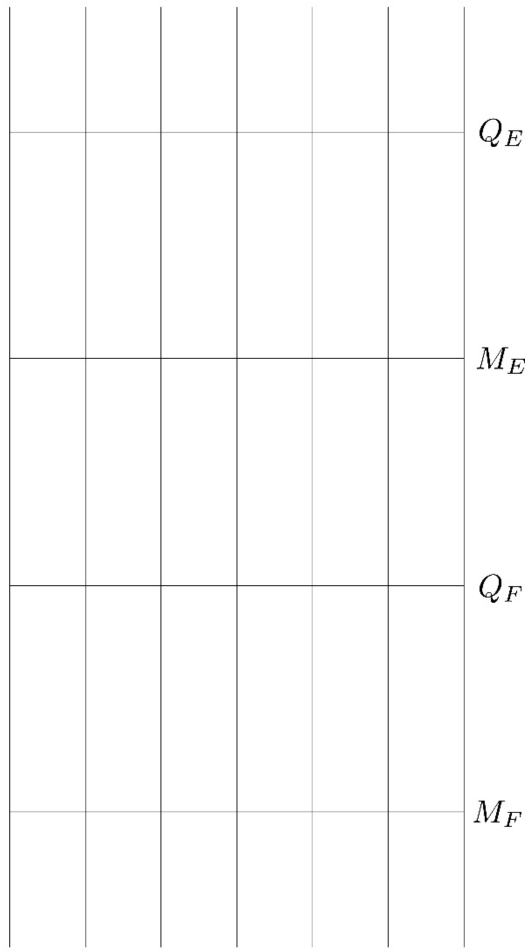
2026 年度大学院博士前期課程（一般）入学試験問題　構造力学　【3/4】

受験番号

3.　図３に示すはり構造について，鉛直反力（上向きを正）V_A, V_B，A 点の曲げモーメント反力（時計回りを正）M_Aの影響線，D, E, F 点のせん断力 Q_D, Q_E, Q_F および曲げモーメント M_D, M_E, M_Fの影響線を求めよ。式は不要であるが，必要な点の数値はおよび符号 (+, −) を示すこと。

図３





受験番号

4.　図 4 に示す構造において，以下の問に答えよ。ただし，曲げ剛性 EI は一定とし，軸力およびせん断力の影響は無視してよい。

(1)　B 点の鉛直反力 V_B を求めよ。

(2)　C 点の水平方向変位 δ_{CH} を求めよ。

(3)　曲げモーメント(M)およびせん断力(Q)図を描け。

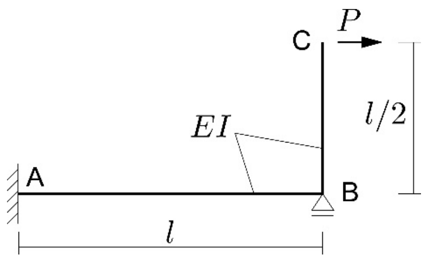


図 4

M図

Q図

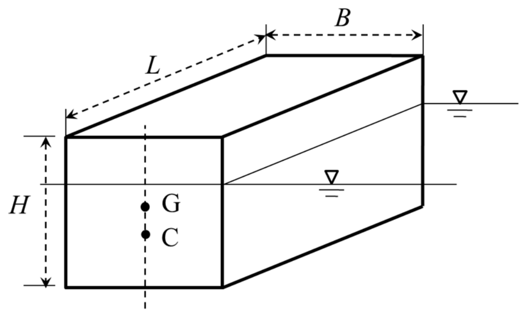
M図

Q図

2026 年度（2026 年 4 月入学）土木工学コース 大学院博士前期課程入試問題 水理学

受験番号：

１． 右図に示すように，矩形浮体が水に浮かんでいる．矩形浮体を正面からみたときの中心軸上の重心の位置を G，浮心の位置を C としたとき，以下の問いに答えよ．なお，直方体は高さH（m），幅B（m），奥行きL（m），比重sで，水の密度をρ（kg/m^3），重力加速度をg（m/s^2）とする．また，幅に比べて奥行きは十分長い（$L \gg B$）とする．



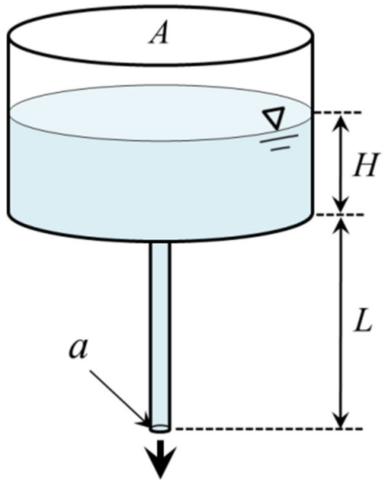
（１） 浮体に作用する重力F_w（N）を，図中もしくは問題文中で与えられている諸量で表わせ．

（２） 浮体に作用する浮力と重力のつり合いに基づき，喫水深H_0（m）を，問題文中で与えられている諸量で表わせ．

（３） 重心 G と浮心 C の距離a（m）を，問題文中で与えられている諸量で表わせ．

（４） 比重$s = 0.6$のとき，この矩形浮体が安定するために，$\frac{B}{H}$が満たすべき条件を数式及び数値で示せ．数式は問題文中で与えられている諸量で表わすこと．

（解答）



２． 右図に示すように，上部水槽の下部にパイプが接続されている容器がある．上部水槽の断面積をA（m^2），貯水水深をH（m）とし，下部パイプの断面積をa（m^2），長さL（m）としたとき，以下の問いに答えよ．なお，重力加速度をg（m/s^2），$A \gg a$とし，流出に関わるすべての損失は無視できるとする．

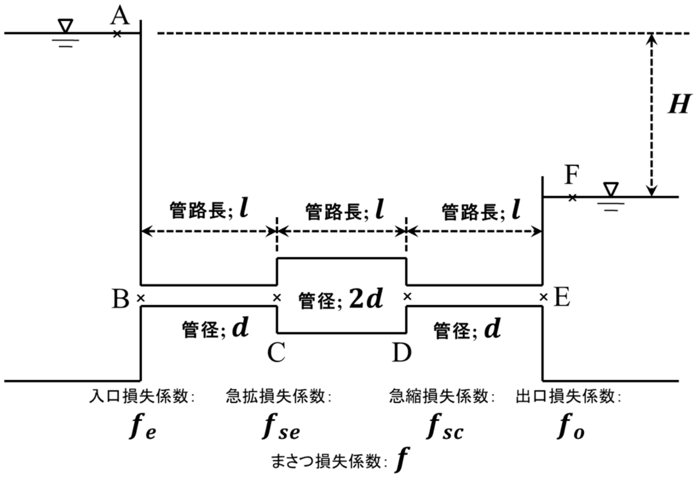
（１） 下部パイプ出口の流量Q（m^3/s）を，問題文中で与えられている諸量で表わせ．

（２） 水深H（m）の上部水槽の水を完全に排出するのに要する時間T（s）を，問題文中で与えられている諸量で表わせ．

（３） 上部水槽に貯まっている水を完全に排出するのに要する時間 T は，下部パイプの長さ L を長くするほど，①短くなる，②変わらない，③長くなる，のいずれか？を根拠を示して選べ．

（解答）

３． 右図に示すように，貯水池間に管路が敷設されており，途中で管が急拡・急縮している．貯水池間の水位差がH（m）であるとき，以下の問いに答えよ．なお，管径（m）と管路長（m）は図に示す通りで，入口損失係数をf_e，急拡損失係数をf_{se}，急縮損失係数をf_{sc}，出口損失係数をf_o，まさつ損失係数をすべての管でf，重力加速度をg（m/s^2），円周率をπとする．



（１） B～C 間管路の流速u_{m1}（m/s）と C～D 間管路の流速u_{m2}（m/s）の比，u_{m1}:u_{m2}は何対何になるかを求めよ．

（２） B～C 間管路の流速をu_{m1}（m/s），C～D 間管路の流速をu_{m2}（m/s），D～E 間管路の流速をu_{m3}（m/s）としたとき，両貯水池間のエネルギー損失H（m）を，u_{m1}，u_{m2}，u_{m3}と図中および問題文中で与えられている諸量で表わせ．

（３） 管内流量Q（m^3/s）を求める式を，図中および問題文中で与えられている諸量（流速u_{m1}，u_{m2}およびu_{m3}は与えられていないことに留意）で表わせ．なお，Qは同じ変数をまとめてなるべく短い式で表わすこと．

（解答）

解答を書ききれない場合は次頁に続けて書いてもよい．

問題３の続き

４． エネルギー損失が無視できる幅が変わる矩形断面河川の水面形を考える．その際，下式に示す全エネルギーH（m）は一定として考える．

$$H=\frac{v^2}{2g}+h+h_b=\frac{1}{2g}\left(\frac{Q}{Bh}\right)^2+h+h_b=\text{一定}$$

ここで，Qは流量（m³/s），gは重力加速度（m/s²），Bは川幅（m），hは水深（m），h_bは河床高さ（m）である．以下の問いに答えよ．

（１） 下記説明文の途中にあるカッコ内に数式を記入せよ．

上式において，川幅 B も x 方向に変化するとして，全エネルギーH を x に関して微分すると，下式が得られる．カッコ内の数式は問題文中で与えられている諸量で示すこと．

$$\frac{dH}{dx}=\left[\qquad\qquad\qquad\qquad\right]\frac{dh}{dx}+\left[\qquad\qquad\qquad\right]\frac{dB}{dx}+\frac{dh_b}{dx}$$

ここで，水平河床を考えると，$-dh_b/dx=i=0$となる．また，フルード数Frの 2 乗Fr^2をQ，g，Bおよびhで表わすと，$\mathrm{Fr}^2=\left[\qquad\qquad\right]$となる．

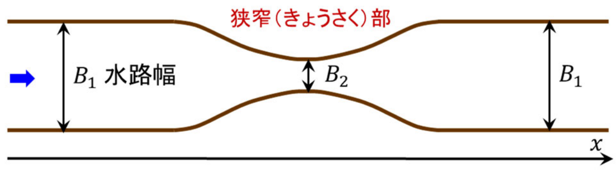
これらを上式に代入し，$H=$一定すなわち$dH/dx=0$として，dh/dxについてフルード数Frと問題文中で与えられている諸量で表わすと，

$$\frac{dh}{dx}=\frac{\left[\qquad\qquad\right]\dfrac{dB}{dx}}{\left[\qquad\qquad\qquad\right]}$$

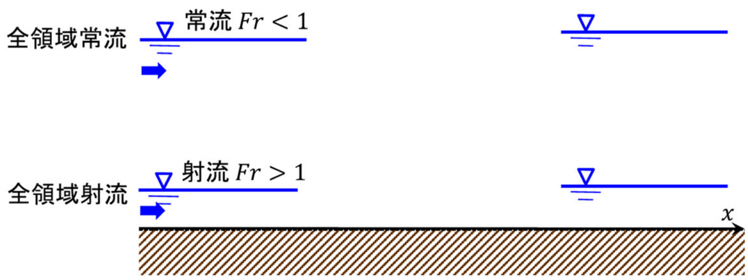
となる．

（２） 前問で導いた結果より，下記狭窄部の途切れた部分の水面形を①全領域常流，②全領域射流の場合について作図せよ．作図は水理学的な意図が明確になるように行うこと．また，不用意に線がガタつくなど出来栄えが悪い場合は減点するので，丁寧に行うこと．

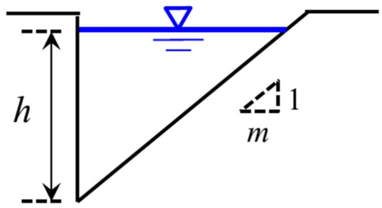
平面図



水面形の縦断図；下図の途切れた部分の水面を描くこと



５． 右図に示すように，水深h（m），法勾配$1\!:\!m$をもつ直角三角形断面水路に関する以下の問いに答えよ．なお，重力加速度はg（m/s²）とする．



（１） 図に示す直角三角形断面水路で，流量 Q（m³/s）が流れる場合の比エネルギーE（m）を，Q，m，hおよびgで表わせ．

（２） 図に示す直角三角形断面水路で，比エネルギーE（m）が最小となる水深が限界水深h_c（m）である．限界水深h_cを，Q，mおよびgで表わせ．また，その際の比エネルギーE_c（m）を，h_cで表わせ．

（３） 図に示す直角三角形断面水路で，水路勾配i，マニングの粗度係数nである場合，等流条件の流量Q（m³/s）を，n，m，hおよびiで表わせ．なお，水面幅は水深hと法勾配mで表わせることに留意すること．

（解答）

受験番号

電卓は使用不可，解答欄が不足する場合には，ウラ面に記述しても良い。

【問題１】体積 V (cm^3)の湿潤したままの乱さない土がある。この土の質量は m (g)であり，この土を炉乾燥したときの質量が m_s (g)であった。この土の土粒子の密度がρ_s (Mg/m^3)とすると，この土の(1)湿潤密度，(2)含水比，(3)乾燥密度，(4)間隙比，(5)飽和度を求めよ。ただし，水の密度は，ρ_w =1.0 Mg/m^3 とする。

(1) 湿潤密度 ρ_t (Mg/m^3)

(2) 乾燥密度 ρ_d (Mg/m^3),

(3) 含水比 w (%)

(4) 間隙比 e

(5) 飽和度 S_r (%)

【問題２】以下の空欄を埋めよ。答えは下の①～⑩の後に記せ。

砂や礫などの粗粒土においては，粒状の粒子がお互いに接触し合って積み重なっている。このような粗粒土の構造を①という。粗粒土では，粒度分布が物理的特性を把握する上で大きな意味を持つ。粒度分布は，ふるい分け試験によって得られた結果を縦軸に通過質量百分率，横軸に粒径を取ってプロットして表す。この時の曲線を②と呼ぶ。この曲線から 10 %径（D_{10}）と 60 %径（D_{60}）を用いて③（U_c）が得られ，U_c=④で表される。また，砂では同じ間隙比や乾燥密度を有しても，重力の作用によって取りうる最大の間隙比と最小の間隙比が異なるために，その力学特性が異なる。そこで，締まり具合を表す指標として⑤（D_r）が用いられ，D_r=⑥で表される。

一方，粘土のような細粒土の構造は，粒子が薄片状をしていることが主因となり，一般に３つの構造に分けられる。粘土粒子が淡水中に沈殿・堆積した場合には，薄片状の粒子がその面の方向をある程度揃えた形となっている構造となり，この構造を⑦と呼ぶ。また，薄片状の粒子が海水中に堆積する場合には，粘土粒子の端部が面部に引きつけられ，間隙の非常に多い構造となる。この構造を⑧と呼ぶ。さらに，⑦や⑧の粘土を人為的に錬り返した場合などの構造は，⑨になることが多い。このような粘土などの細粒土では，含水比の変化が物理的特性を把握する上で重要であり，土の変形抵抗の大小を表す言葉として，⑩という言葉が使われる。

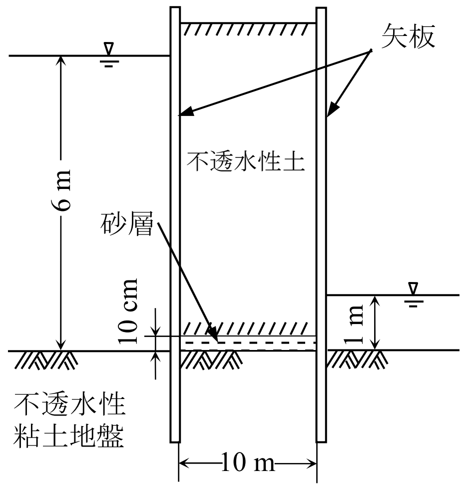
①　②　③　④　⑤

⑥　⑦　⑧　⑨　⑩

【問題３】以下の設問に答えなさい。

(1) ダルシーの法則について説明せよ。

(2) 図に示すように，延長 20 (m)，幅 10 (m)の，不透水性の土で中詰めをした矢板の仮締切り堤がある。ところが，仮締切り堤の下端 10 (cm)は，透水係数が k＝1.0 ×10^{-2} (cm/s)の砂層になっている。上流側の水位は不透水性粘土地盤上，6 (m)であり，下流側の水位は 1(m)である。仮締切り堤の砂層を通って浸透する 1 日あたりの漏水量 Q (m^3/日)を求めよ。ただし，矢板のつなぎ目は自由に透水できるものとする。



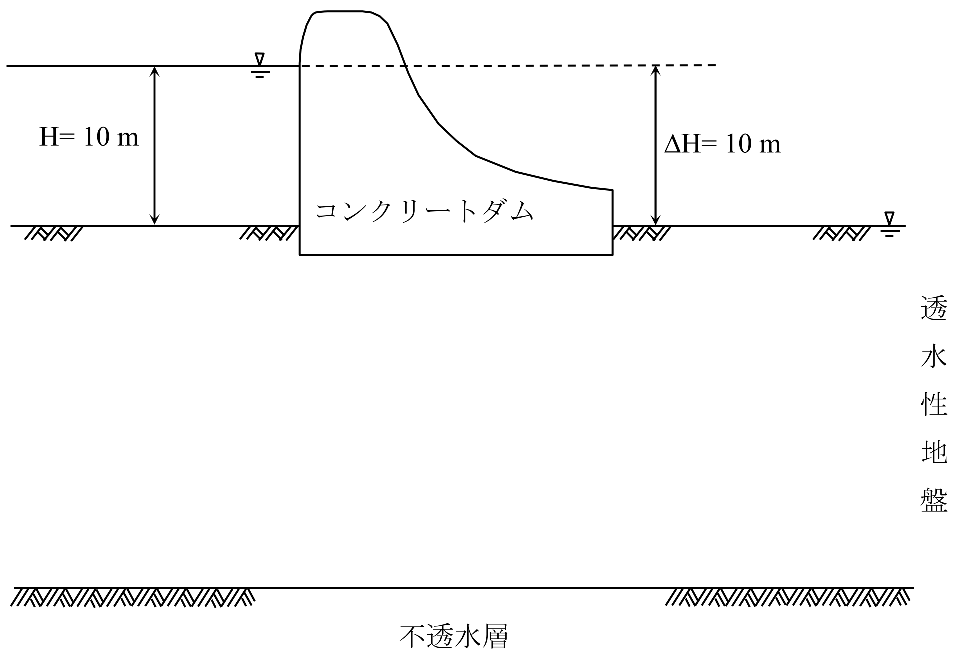
(3) 下図に示すような透水性地盤上に築造されたコンクリートダムがある。

①この透水性地盤における流線網を描け。ただし，流線を実線，等ポテンシャル線を破線として区別して描くこと。

②上記①で描いた流線網に基づいて，単位奥行幅(1 m)あたりの 1 日の透水量 Q (m^3/日) を求めよ。

ただし，透水性地盤の透水係数は 3.0×10^{-4} (cm/s) とする。

①流線網　　②透水量 Q (m^3/日)



受験番号

【問題４】Terzaghi の一次元圧密理論に関して，以下の設問に答えよ。

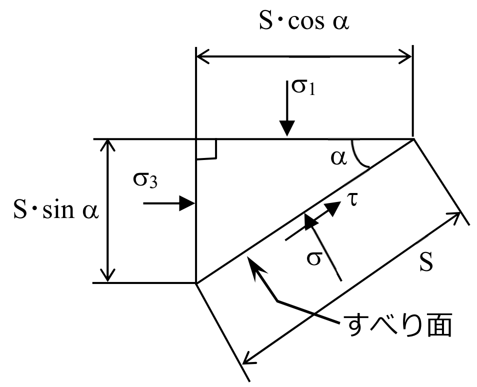
(1) Terzaghi の一次元圧密理論の根拠となる基本仮定（仮定条件）を列挙せよ。

(2) 一次元圧密理論の微分方程式 $\dfrac{\partial u}{\partial t} = c_v \dfrac{\partial^2 u}{\partial z^2}$ を誘導せよ。

なお，式中，u は過剰間隙水圧，t は圧密時間， z は粘土層の下端を原点として上向きに z 軸を取った場合の土の微小要素の位置，cv は圧密係数をそれぞれ表す。

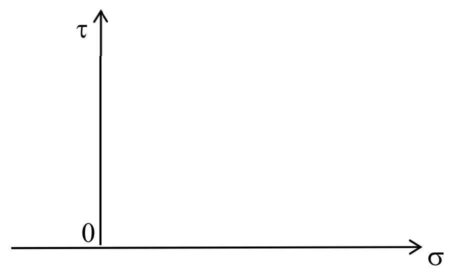
【問題５】以下の設問に答えなさい。

(1) 右図に示すように，水平面とのなす角度がαで長さ S のすべり面に，垂直応力σとせん断応力τが作用している。この時，水平面に作用する応力を最大主応力σ_1，鉛直面に作用する応力を最小主応力σ_3とし，このすべり面に作用する力の釣合いを考えて，(a) Mohr の応力円の式を誘導し，(b) (σ , τ)平面に，粘着力 c，せん断抵抗角 ϕ として，Mohr-Coulomb の破壊規準線とともに，Mohr の応力円(τ≧0 の範囲)を図示し，図中に中心座標と半径を示せ。



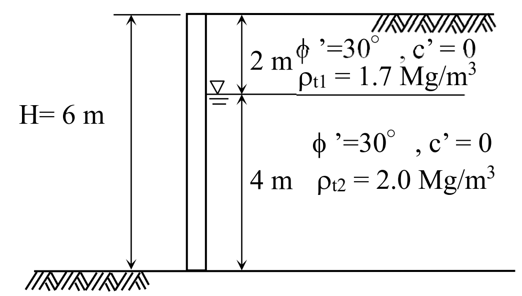
(a) Mohr の応力円の式の誘導

(b) Mohr の応力円の中心座標と半径の図示



(2) 破壊時の最大主応力をσ_{1f}，最小主応力をσ_{3f}とする時，粘着力 c，せん断抵抗角 ϕ として，Mohr-Coulomb の破壊規準式を全応力の主応力表示として誘導せよ。

【問題６】右図に示す地盤条件におけるランキンの主働土圧合力と地下水位以下の水圧を求め，壁面に作用する全圧力を求めよ。ただし，重力加速度 g は 10 (m/s^2)として計算すること。なお，図中，ρ_{t1}，ρ_{t2} は各層の湿潤密度，ϕ' はせん断抵抗角，c'は粘着力である。



2025 年 8 月 27 日

2026 年度大学院博士前期課程
環境創生工学系専攻（土木工学コース）入学試験
確率統計

受験番号：＿＿＿＿＿＿＿＿＿

※問題を解くにあたっては、解を求めるまでの導出や計算の過程を丁寧に記述してください。

問 1　ある都市にパン屋が 6 店あり、これらの従業員数を調べたところ以下の結果を得た。この結果から各種記述統計量を求めよ。【5 点×4＝20 点】

店舗	A	B	C	D	E	F
従業員数 x_i	3	17	5	15	9	11

(1)　平均値
　　解答：(　　　　　　　　)

(2)　中央値
　　解答：(　　　　　　　　)

(3)　母分散
　　解答：(　　　　　　　　)

(4)　以上を基に変動係数を小数点 2 桁まで求めよ．分散は母分散を用いよ．
　　解答：(　　　　　　　　)

問 2　以下の例に当てはまる尺度水準について、それぞれ以下の選択肢①～⑤から正しいものを選びなさい。【5 点×4＝20 点】

選択肢 ①比例尺度 ②順序尺度 ③相関尺度 ④名義尺度 ⑤間隔尺度

（1）単なる区別のための分類であり、数値やラベルは「名前」にすぎない。大小・順序はない。
　　例：血液型（A・B・O・AB），学籍番号
　　解答：(　　　　　　)

（2）値の差には意味があるが、0 は任意に定められており、比率には意味がない。
例：気温（摂氏・華氏），西暦
解答：(　　　　　　　)

（3）0 が絶対的な基準（存在しない状態）として定まり、値の差・比率の両方に意味がある。
例：身長，体重
解答：(　　　　　　　)

（4）大小や順序の比較は可能だが、数値間の差や比率には意味がない。
例：順位（1 位・2 位・3 位），満足度評価（満足・普通・不満）
解答：(　　　　　　　)

問3　一週間の中から同じ確率で 1 日をランダムに選ぶ。選ばれた日の曜日番号を月=1，火＝2，…，日=7 として確率変数 X を定める。以下の問に答えよ。【10 点× 2 ＝20 点】

(1)　X の平均値（期待値）を求めよ。
解答：(　　　　　　)

(2)　X の分散を求めよ。
解答：(　　　　　)

問4　ある確率変数 X は二項分布 B(n , p) に従うとする。ここで、
・n：試行回数（正の整数）
・p：各試行の成功確率（$0 < p < 1$）
・q：失敗確率 $q = 1 - p$
とする。なお、X の期待値は 5、分散は 4 である。以下の問に答えよ。【5 点×3＝15 点】

(1) n の値を求めよ。
【選択肢】 ① 5　② 20　③ 25　④ 30　⑤ 40
解答：(　　　　　　　)

(2) p の値を求めよ。
【選択肢】 ① 1/5　② 1/4　③ 1/2　④ 3/5　⑤ 4/5
解答：(　　　　　　　)

(3) q の値を求めよ。
【選択肢】 ① 1/5　② 2/5　③ 3/5　④ 4/5　⑤ 5/6
解答：(　　　　　　)

問5　ある地域では、病気 D の有病率は 25% である。検査 T について次が知られている。
・罹患者に検査 T を行うと、その 60% が陽性と正しく診断される。
・非罹患者に検査 T を行うと、その 20% が陽性と誤って診断される。
ここで、無作為に選ばれた A さんが検査 T を受け、陽性と診断された。A さんが本当に病気 D に罹患している確率をベイズの定理を用いて求めよ。【30 点】

解答：(　　　　　)

問6　ある工場で質量 80.00 g の部品が製造されている。通常、質量の分散は 0.16(g^2)の正規分布に管理されている。製造ラインの管理が適切か確認するため、16 個を無作為抽出して測定すると、平均は 79.92 g であった。有意水準 5%で、製造に問題が生じていないか検定せよ。
【15 点×3＝45 点】

(1) 適切な帰無仮説と対立仮説を選択せよ。

選択肢　① 帰無仮説 H_0: $\mu = 130.00$, 対立仮説 H_1: $\mu \neq 130.00$
② 帰無仮説 H_0: $\mu \neq 79.92$, 対立仮説 H_1: $\mu = 80.02$
③ 帰無仮説 H_0: $\mu \neq 79.92$, 対立仮説 H_1: $\mu = 79.92$
④ 帰無仮説 H_0: $\mu = 80.00$, 対立仮説 H_1: $\mu \neq 79.92$
⑤ 帰無仮説 H_0: $\mu = 80.00$, 対立仮説 H_1: $\mu \neq 80.00$

解答：(　　　　　)

以下，前問題（1）の選択肢にある適切な仮説の下で検定を行う。

(2) 検定統計量の実現値 z（絶対値をとったもの）を答えよ。

解答：(　　　　　)

(3) 有意水準 5%での適切な検定結果を選択せよ。なお、標準正規分布表より、z(0.025)=1.96 であることがわかっている。

選択肢　① 帰無仮説は棄却され，生産が正常であるという仮説は非常に疑わしい
② 帰無仮説は棄却され，生産に問題が生じているとまでは断言できない
③ 帰無仮説は棄却されず，生産が正常であるという仮説は非常に疑わしい
④ 帰無仮説は棄却されず，生産に問題が生じているとまでは断言できない

解答：(　　　　　)

計算用紙

2026 年度室蘭工業大学大学院一般（1 次）入試問題の出題意図・評価ポイント

構造力学

【出題の意図・評価ポイント】

構造力学に関する標準的な問題を出題することで、力のつり合い、断面の性質、静定構造の断面力および変形量、影響線およびエネルギー法に関する理解度を把握し、計算を行う力をみることを意図した。

１．力のつり合いおよび応力とひずみに関する理解度と計算能力をみる。
２．断面力、曲げ応力、変形量に関する理解度と計算能力をみる。
３．影響線に関する理解度をみる。
４．エネルギー法に関する理解度と計算能力を見る。

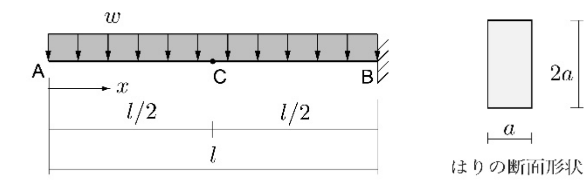
2026 年度大学院博士前期課程（一般）入学試験問題　構造力学　解答例

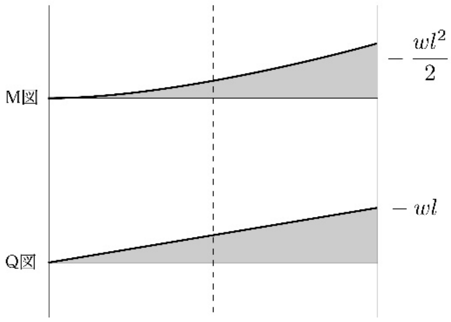
問１：

$$P_1 = mg\,\frac{E_1}{(2E_2 + E_1)}$$

問２：

(1)





(2)

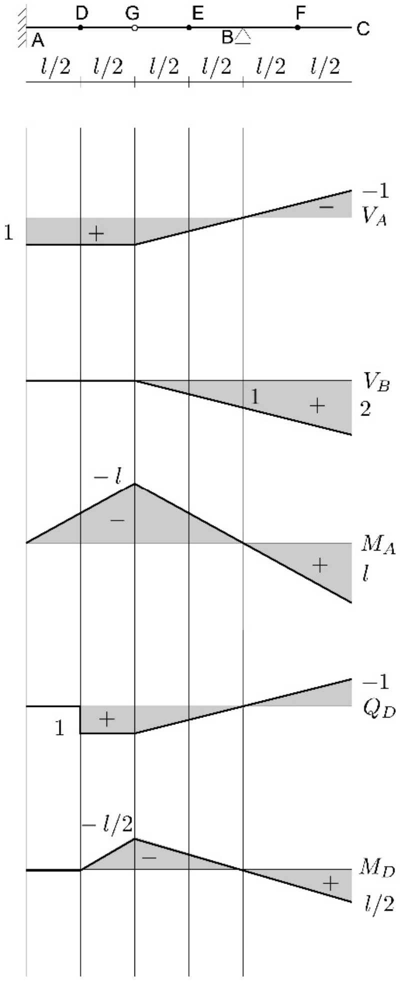
$$\sigma_{uC} = \frac{3wl^2}{16a^3}$$

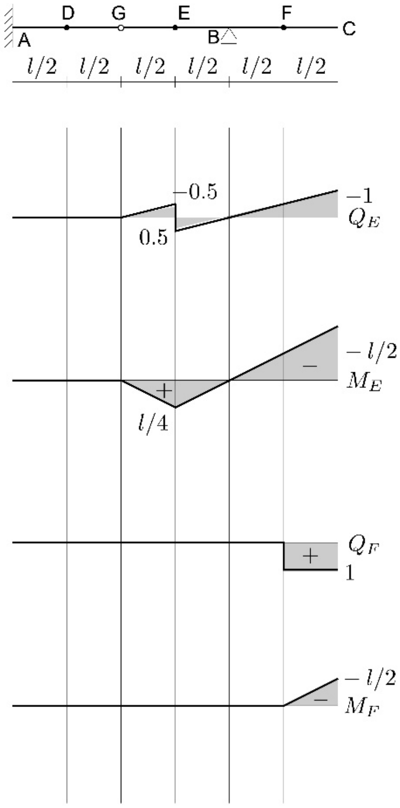
(3)

A 点の回転角は時計回りを正，たわみは下向きを正とすると，それぞれ以下のようになる。

$$\theta_A = -\frac{wl^3}{6EI}, y_A = \frac{wl^4}{8EI}$$

問３：





問４：

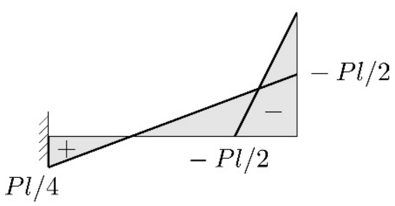
(1)

$$V_B = \frac{3}{4}P$$

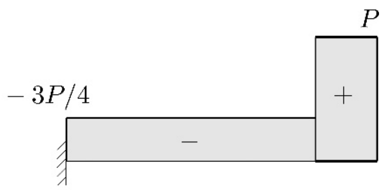
(2)

$$\delta_{CH} = \frac{5Pl^3}{48EI}$$

(3)



M図



Q図

2026年度 室蘭工業大学大学院 博士前期課程 一般入試（2025年8月26日実施）
問題の「出題意図・評価ポイント」

水理学

【出題の意図・評価ポイント】

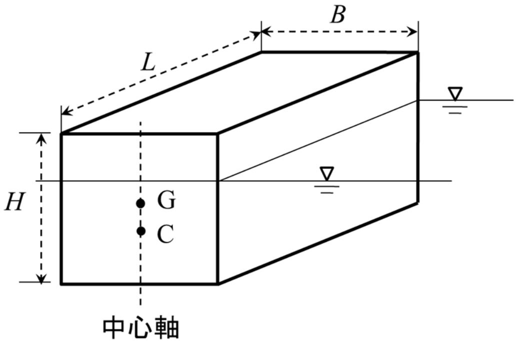
水理学の標準的な問題を出題することで，静水力学，連続の式，ベルヌーイの式，管水路の流れ，開水路の流れに関する理解度を把握し，また計算能力や表現力を評価することを意図した。

１．水中に置かれた浮体に作用する重力，浮力のつり合い，安定条件の導出に関わる計算能力を評価する。
２．ベルヌーイの式の理解度とそれを用いたタンクからの排水時間の推算に関する計算能力を評価する。
３．エネルギー損失を考慮した管水路の流れに関する理解度と計算能力を評価する。
４．開水路流れの全エネルギー一定の条件から導出される水面形に関する方程式の理解度と表現力を評価する。
５．開水路流れの比エネルギー，限界水深の推定，等流条件での流量の推算に関する理解度と計算能力を評価する。

2026 年度（2026 年 4 月入学）土木工学コース 大学院博士前期課程入試問題 水理学

受験番号：

1． 右図に示すように，矩形浮体が水に浮かんでいる．矩形浮体を正面からみたときの中心軸上の重心の位置を G，浮心の位置を C としたとき，以下の問いに答えよ．なお，直方体は高さ$\boldsymbol{H}$（m），幅$\boldsymbol{B}$（m），奥行き$\boldsymbol{L}$（m），比重$\boldsymbol{s}$で，水の密度を$\boldsymbol{\rho}$（kg/m^3），重力加速度を$\boldsymbol{g}$（m/s^2）とする．また，幅に比べて奥行きは十分長い（$\boldsymbol{L \gg B}$）とする．



（１） 浮体に作用する重力$\boldsymbol{F_w}$（N）を，図中もしくは問題文中で与えられている諸量で表わせ．

（２） 浮体に作用する浮力と重力のつり合いに基づき，喫水深$\boldsymbol{H_0}$（m）を，問題文中で与えられている諸量で表わせ．

（３） 重心 G と浮心 C の距離$\boldsymbol{a}$（m）を，問題文中で与えられている諸量で表わせ．

（４） 比重$\boldsymbol{s = 0.6}$のとき，この矩形浮体が安定するために，$\boldsymbol{\frac{B}{H}}$が満たすべき条件を数式及び数値で示せ．数式は問題文中で与えられている諸量で表わすこと．

（解答）

（１）

浮体に作用する重力F_wは，$\boldsymbol{F_w = \rho g s \cdot B \cdot H \cdot L}$ [N]

（２）

喫水深H_0（m）とすると，浮力F_Bは，$F_B = \rho g \cdot B \cdot H_0 \cdot L$であり，

前問で求めた重力とのつり合いより，$\rho g s \cdot B \cdot H \cdot L = \rho g \cdot B \cdot H_0 \cdot L \quad \rightarrow \quad \boldsymbol{H_0 = sH}$ [m]

（３）

底面に P 点をとると，$\overline{\mathrm{PG}} = \frac{H}{2}$ [m]，$\overline{\mathrm{PC}} = \frac{H_0}{2} = \frac{sH}{2}$ [m]

よって，重心～浮心の距離aは，$\boldsymbol{a} = \overline{\mathrm{GC}} = \frac{H}{2} - \frac{H_0}{2} = \boldsymbol{\frac{H}{2}(1 - s)}$ [m]

（４）

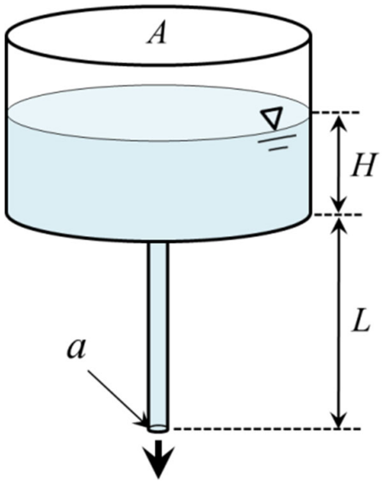
喫水面での断面 2 次モーメントをI，喫水体積をV，重心～浮心間の距離をaとすると，安定条件は，$\frac{I}{V} - a > 0$ より，$\frac{1/12L\cdot B^{3}\cdot}{B\cdot H_0\cdot L} - a = \frac{1/12L\cdot B^{3}\cdot}{sB\cdot H\cdot L} - \frac{H}{2}(1 - s) > 0$

よって，

$\frac{B^2}{H^2} > 6s(1 - s) \ \rightarrow \frac{B}{H} > \sqrt{6s(1 - s)} = \sqrt{6 \times 0.6 \times (1 - 0.6)} = \sqrt{1.44} = \mathbf{1.2}$

$\boldsymbol{\frac{B}{H} > \sqrt{6s(1 - s)}}$，$\boldsymbol{\frac{B}{H} > 1.2}$ もしくは $\boldsymbol{\sqrt{1.44}}$

２． 右図に示すように，上部水槽の下部にパイプが接続されている容器がある．上部水槽の断面積をA（m^2），貯水水深をH（m）とし，下部パイプの断面積をa（m^2），長さL（m）としたとき，以下の問いに答えよ．なお，重力加速度をg（m/s^2），$A \gg a$とし，流出に関わるすべての損失は無視できるとする．



（１） 下部パイプ出口の流量Q（m^3/s）を，問題文中で与えられている諸量で表わせ．

（２） 水深H（m）の上部水槽の水を完全に排出するのに要する時間T（s）を，問題文中で与えられている諸量で表わせ．

（３） 上部水槽に貯まっている水を完全に排出するのに要する時間 T は，下部パイプの長さ L を長くするほど，①短くなる，②変わらない，③長くなる，のいずれか？を根拠を示して選べ．

（解答）

（１）

水面と流出口にベルヌーイの定理を適用すると，出口の流速，流量は，

$$\frac{p_0}{\rho g} + (H + L) = \frac{v^2}{2g} + \frac{p_0}{\rho g} \rightarrow v = \sqrt{2g(H + L)} \rightarrow \boldsymbol{Q = a\sqrt{2g(H + L)}}$$

（２）

微小時間 dt で水深 h の水槽の水深変化を dh とすると，dt での水槽での目減り量は流出量に等しいので，

$$-Adh = Qdt = a\sqrt{2g(h + L)}dt$$

水位が H から 0 まで下がるのに要する時間 T は，

$$\boldsymbol{T} = \int_0^T dt = \int_H^0 -\frac{A}{Q}dh = \int_H^0 \left(-\frac{A}{a\sqrt{2g}}\right)\frac{dh}{\sqrt{h + L}} = -\frac{A}{a\sqrt{2g}}\left[2\sqrt{h + L}\right]_H^0 = \boldsymbol{\sqrt{\frac{2}{g}}\frac{A}{a}\left(\sqrt{H + L} - \sqrt{L}\right)}$$

（３）

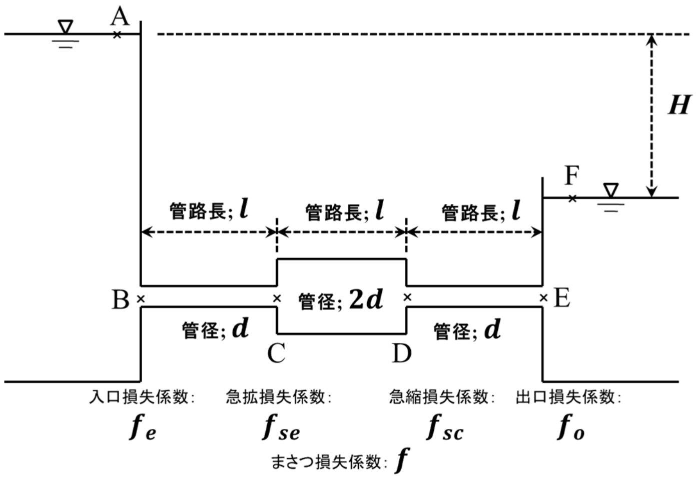
（２）の結果より，L が長いほど T は小さくなる．すなわち，排出に要する時間 T は<u>①短くなる．</u>

*L が大きくなれば位置水頭が増大し，Q が大きくなるので，排出に要する時間 T が短くなる．

**H，L に適当な数値を入れてみる．たとえば H=4m として L=0m と L=4m を（２）の式で T を比較してみると，後者は前者の 0.4 倍ほどの時間で排出されることがわかる．

などでも可

３． 右図に示すように，貯水池間に管路が敷設されており，途中で管が急拡・急縮している．貯水池間の水位差がH（m）であるとき，以下の問いに答えよ．なお，管径（m）と管路長（m）は図に示す通りで，入口損失係数をf_e，急拡損失係数をf_{se}，急縮損失係数をf_{sc}，出口損失係数をf_o，まさつ損失係数をすべての管でf，重力加速度をg（m/s²），円周率をπとする．



（１） B～C 間管路の流速u_{m1}（m/s）と C～D 間管路の流速u_{m2}（m/s）の比，u_{m1}:u_{m2}は何対何になるかを求めよ．

（２） B～C 間管路の流速をu_{m1}（m/s），C～D 間管路の流速をu_{m2}（m/s），D～E 間管路の流速をu_{m3}（m/s）としたとき，両貯水池間のエネルギー損失H（m）を，u_{m1}，u_{m2}，u_{m3}と図中および問題文中で与えられている諸量で表わせ．

（３） 管内流量Q（m³/s）を求める式を，図中および問題文中で与えられている諸量（流速u_{m1}，u_{m2}およびu_{m3}は与えられていないことに留意）で表わせ．なお，Qは同じ変数をまとめてなるべく短い式で表わすこと．

（解答）

（１）

連続式より，

$$\frac{\pi d^2}{4}u_{m1} = \frac{\pi(2d)^2}{4}u_{m2} \rightarrow \frac{u_{m1}}{u_{m2}} = \frac{4}{1}$$

よって，流速の比u_{m1}:u_{m2}は 4:1 となる．

（２）

各管の流速を u_{m1}，u_{m2} および u_{m3} とすると，エネルギー損失（水位差）H は次式となる．

$$H = \left(f_e + f\frac{l}{d} + f_{se}\right)\frac{{u_{m1}}^2}{2g} + \left(f\frac{l}{2d}\right)\frac{{u_{m2}}^2}{2g} + \left(f_{sc} + f\frac{l}{d} + f_o\right)\frac{{u_{m3}}^2}{2g}$$

解答を書ききれない場合は次頁に続けて書いてもよい．

問題３の続き

（３）

連続の式より，

$$Q=\frac{\pi d^2}{4}u_{m1}=\frac{\pi(2d)^2}{4}u_{m2}=\frac{\pi d^2}{4}u_{m3}\ \rightarrow\ u_{m2}=\left(\frac{d}{2d}\right)^2u_{m1},\ u_{m3}=u_{m1}$$

となり，これを上式に代入すると，

$$H=\left[\left(f_e+f\frac{l}{d}+f_{sc}\right)+\left(f\frac{l}{2d}\right)\left(\frac{1}{2}\right)^4+\left(f_{se}+f\frac{l}{d}+f_O\right)\right]\frac{{u_{m1}}^2}{2g}$$

よって，管 1 の流速 u_{m1} および流量 Q は，

$$u_{m1}=\sqrt{\frac{2gH}{f_e+f_{sc}+f_{se}+f_O+\frac{65}{32}f\frac{l}{d}}},\quad \boldsymbol{Q}=\frac{\pi d^2}{4}u_{m1}=\boldsymbol{\frac{\pi d^2}{4}\sqrt{\frac{2gH}{f_e+f_{sc}+f_{se}+f_O+\frac{65}{32}f\frac{l}{d}}}}$$

4．　エネルギー損失が無視できる幅が変わる矩形断面河川の水面形を考える．その際，下式に示す全エネルギーH（m）は一定として考える．

$$H=\frac{v^2}{2g}+h+h_b=\frac{1}{2g}\left(\frac{Q}{Bh}\right)^2+h+h_b=\text{一定}$$

ここで，Qは流量（m³/s），gは重力加速度（m/s²），Bは川幅（m），hは水深（m），h_bは河床高さ（m）である．以下の問いに答えよ．

（１）　下記説明文の途中にあるカッコ内に数式を記入せよ．

上式において，川幅 B も x 方向に変化するとして，全エネルギーH を x に関して微分すると，下式が得られる．カッコ内の数式は問題文中で与えられている諸量で示すこと．

$$\frac{dH}{dx}=\left[\ -\frac{Q^2}{gB^2h^3}+1\ \right]\frac{dh}{dx}+\left[\ -\frac{Q^2}{gB^3h^2}\ \right]\frac{dB}{dx}+\frac{dh_b}{dx}$$

ここで，水平河床を考えると，$-dh_b/dx=i=0$となる．また，フルード数Frの 2 乗Fr^2をQ，g，Bおよびhで表わすと，$\mathrm{Fr}^2=\left[\ \frac{Q^2}{gB^2h^3}\ \right]$となる．

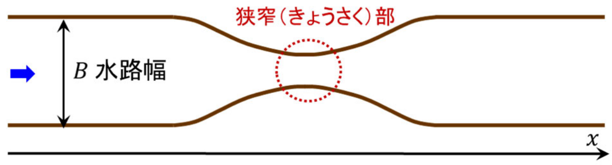
これらを上式に代入し，$H=$一定すなわち$dH/dx=0$として，dh/dxについてフルード数Frと問題文中で与えられている諸量で表わすと，

$$\frac{dh}{dx}=\frac{\left[\ \frac{Q^2}{gB^3h^2}\ \right]\frac{dB}{dx}}{\left[\ 1-\mathrm{Fr}^2\ \right]}$$

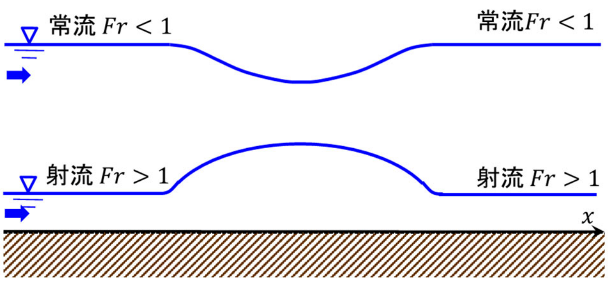
となる．

（２）　前問で導いた結果より，下記狭窄部の途切れた部分の水面形を①全領域常流，②全領域射流の場合について作図せよ．作図は水理学的な意図が明確になるように行うこと．また，不用意に線がガタつくなど出来栄えが悪い場合は減点するので，丁寧に行うこと．

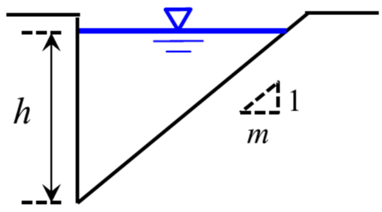
平面図



水面形の縦断図；下図の途切れた部分の水面を描くこと



５． 右図に示すように，水深h（m），法勾配$1:m$をもつ直角三角形断面水路に関する以下の問いに答えよ．なお，重力加速度はg（m/s^2）とする．



（１） 図に示す直角三角形断面水路で，流量 Q（m^3/s）が流れる場合の比エネルギーE（m）を，Q，m，hおよびgで表わせ．

（２） 図に示す直角三角形断面水路で，比エネルギーE（m）が最小となる水深が限界水深h_c（m）である．限界水深h_cを，Q，mおよびgで表わせ．また，その際の比エネルギーE_c（m）を，h_cで表わせ．

（３） 図に示す直角三角形断面水路で，水路勾配i，マニングの粗度係数nである場合，等流条件の流量Q（m^3/s）を，n，m，hおよびiで表わせ．なお，水面幅は水深hと法勾配mで表わせることに留意すること．

（解答）

（１）

$$\boldsymbol{E} = \frac{v^2}{2g} + h = \frac{Q^2}{2gA^2} + h = \frac{Q^2}{2g\left(\frac{1}{2}mh^2\right)^2} + h = \boldsymbol{\frac{2Q^2}{gm^2h^4} + h}$$

（２）

E の極小点（最小値）では，

$\frac{dE}{dh} = -\frac{8Q^2}{gm^2h^4} + 1 = 0$となるので，$\boldsymbol{h_c} = \sqrt[5]{\frac{8Q^2}{gm^2}} = \left(\frac{8Q^2}{gm^2}\right)^{1/5}$

上式を両辺 5 乗して整理すると，$h_c = \frac{8Q^2}{gm^2{h_c}^4}$なので，その際の比エネルギーは，

$$\boldsymbol{E_c} = \frac{2Q^2}{gm^2{h_c}^4} + h_c = \frac{1}{4}\left(\frac{8Q^2}{gm^2{h_c}^4}\right) + h_c = \frac{1}{4}h_c + h_c = \boldsymbol{\frac{5}{4}h_c}$$

（３）

水面幅；$B = mh$，流積；$A = \frac{1}{2}Bh = \frac{1}{2}mh^2$，潤辺；$S = h\left(1+\sqrt{1+m^2}\right)$より，径深；$R = \frac{A}{S} = \frac{\frac{1}{2}mh^2}{h\left(1+\sqrt{1+m^2}\right)} = \frac{mh}{2\left(1+\sqrt{1+m^2}\right)}$なので，マニング式より

$$\boldsymbol{Q} = Av = A\frac{1}{n}R^{2/3}i^{1/2} = \frac{\frac{1}{2}mh^2}{n}\left(\frac{mh}{2\left(1+\sqrt{1+m^2}\right)}\right)^{2/3} i^{1/2} = \boldsymbol{\frac{m^{5/3}i^{1/2}}{2n\left(2\left(1+\sqrt{1+m^2}\right)\right)^{2/3}}h^{8/3}}$$

2026年度室蘭工業大学大学院一般入試問題（第1次募集）の出題意図・評価ポイント

土質力学

【出題の意図・評価ポイント】

土質力学に関する標準的な問題を出題することで、土の基本的性質、土中の水の流れ（透水）、土の圧密、土のせん断、地盤の安定問題（土圧）に関する理解度を把握し、計算で求める能力をみることを意図した。

１．土質力学における土の状態の表現に関する理解度をみる。
２．土の基本的性質に関する理解度をみる。
３．土中の水の流れについて透水に関する理解度をみる。
４．土の圧密理論の骨格をなす Terzaghi の一次元圧密理論に関する理解度をみる。
５．土のせん断についてモールの応力円と破壊規準に関する理解度をみる。
６．地盤の安定問題に関して、土圧に関する理解度と計算能力をみる。

電卓は使用不可，解答欄が不足する場合には，ウラ面に記述しても良い。

受験番号

【問題１】体積 V (cm^3)の湿潤したままの乱さない土がある。この土の質量は m (g)であり，この土を炉乾燥したときの質量が m_s (g)であった。この土の土粒子の密度がρ_s (Mg/m^3)とすると，この土の(1)湿潤密度，(2)含水比，(3)乾燥密度，(4)間隙比，(5)飽和度を求めよ。ただし，水の密度は，ρ_w =1.0 (Mg/m^3)とする。

(1) 湿潤密度 ρ_t (Mg/m^3)

$$\rho_t = \frac{m}{V} \ (g/cm^3)$$

(2) 乾燥密度 ρ_d (Mg/m^3),

$$\rho_d = \frac{m_s}{V} \ (g/cm^3)$$

(3) 含水比 w (%)

$$w = \frac{m_w}{m_s} \times 100 = \frac{m-m_s}{m_s} \times 100 \ (\%)$$

(4) 間隙比 e

$$e = \frac{\rho_s}{\rho_d} - 1 = \frac{\rho_s}{\frac{m_s}{V}} - 1 = \frac{V\rho_s}{m_s} - 1$$

(5) 飽和度 S_r (%)

$$S_r = \frac{wG_s}{e} = \frac{m-m_s}{m_s} \times 100 \cdot \frac{\rho_s}{\rho_w} \cdot \frac{1}{\left(\frac{V\rho_s}{m_s} - 1\right)} = \frac{(m-m_s)\rho_s}{(V\rho_s - m_s)} \times 100 \ (\%)$$

【問題２】以下の空欄を埋めよ。答えは下の①～⑩の後に記せ。

砂や礫などの粗粒土においては，粒状の粒子がお互いに接触し合って積み重なっている。このような粗粒土の構造を①という。粗粒土では，粒度分布が物理的特性を把握する上で大きな意味を持つ。粒度分布は，ふるい分け試験によって得られた結果を縦軸に通過質量百分率，横軸に粒径を取ってプロットして表す。この時の曲線を②と呼ぶ。この曲線から 10 %径（D_{10}）と 60 %径（D_{60}）を用いて③（U_c）が得られ，U_c=④で表される。また，砂では同じ間隙比や乾燥密度を有しても，重力の作用によって取りうる最大の間隙比と最小の間隙比が異なるために，その力学特性が異なる。そこで，締まり具合を表す指標として⑤（D_r）が用いられ，D_r=⑥で表される。

一方，粘土のような細粒土の構造は，粒子が薄片状をしていることが主因となり，一般に３つの構造に分けられる。粘土粒子が淡水中に沈殿・堆積した場合には，薄片状の粒子がその面の方向をある程度揃えた形となっている構造となり，この構造を⑦と呼ぶ。また，薄片状の粒子が海水中に堆積する場合には，粘土粒子の端部が面部に引きつけられ，間隙の非常に多い構造となる。この構造を⑧と呼ぶ。さらに，⑦や⑧の粘土を人為的に錬り返した場合などの構造は，⑨になることが多い。このような粘土などの細粒土では，含水比の変化が物理的特性を把握する上で重要であり，土の変形抵抗の大小を表す言葉として，⑩という言葉が使われる。

①単粒構造　②粒径加積曲線　③均等係数　④D_{60}/D_{10}　⑤相対密度

⑥$(e_{max}-e)/(e_{max}-e_{min})$　⑦配向構造　⑧綿毛構造　⑨ランダム構造　⑩コンシステンシー

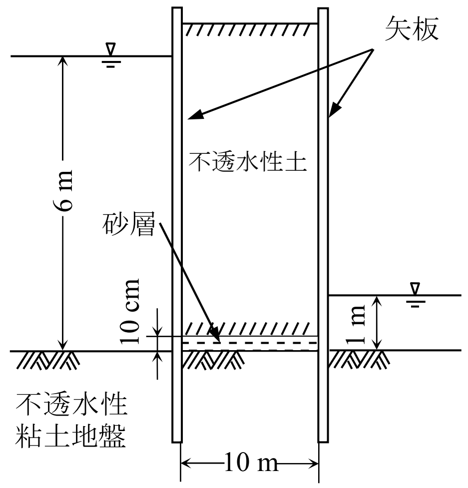
【問題３】以下の設問に答えなさい。

(1) ダルシーの法則について説明せよ。

水の流速は，動水勾配に比例するという法則であり，次式で表される。

v=ki，ここで，v：水の流速，k：透水係数，i：動水勾配

(2) 図に示すように，延長 20 (m)，幅 10 (m)の，不透水性の土で中詰めをした矢板の仮締切り堤がある。ところが，仮締切り堤の下端 10 (cm)は，透水係数が k = 1.0×10^{-2} (cm/s)の砂層になっている。上流側の水位は不透水性粘土地盤上, 6 (m)であり，下流側の水位は 1(m)である。仮締切り堤の砂層を通って浸透する１日あたりの漏水量 Q (m^3/日)を求めよ。ただし，矢板のつなぎ目は自由に透水できるものとする。



漏水断面 A は，厚さ 10 cm，延長 20m であるから，

A=0.1×20= 2 m^2

また，h=6-1= 5 m, L= 10 m　であるから，　i= 5/10= 0.5

ここで，k = 1.0 ×10^{-2} cm/sec = 1.0×10^{-2}×(60×60×24)/100 m/日 = 8.64 m/日

したがって，１日あたりの漏水量 Q は,

Q = kiA = 8.64×0.5×2 = 8.64 m^3/日

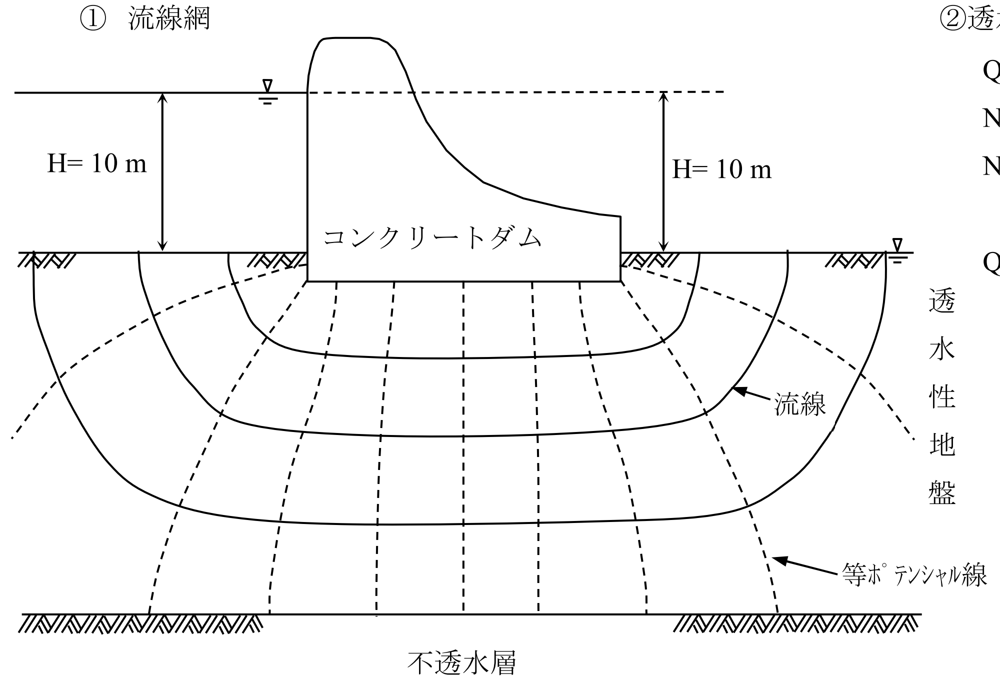
(3) 下図に示すような透水性地盤上に築造されたコンクリートダムがある。

①この透水性地盤における流線網を描け。ただし，流線を実線，等ポテンシャル線を破線として区別して描くこと。

②上記①で描いた流線網に基づいて，単位奥行幅(1 m)あたりの１日の透水量 Q (m^3/日) を求めよ。

ただし，透水性地盤の透水係数は 3.0×10^{-4} (cm/s) とする。

① 流線網



②透水量 Q (m^3/日)

$Q = k \cdot H \times N_f/N_d$

N_f: 流線に挟まれた部分の数

Nd : 等ﾎﾟﾃﾝｼｬﾙ線に挟まれた部分の数

Q = k・10×4/10

=3.0×10^{-4}×60×60×24/100×10×4/10

= 1.04 (= 1.0)　m^3/日

受験番号

【問題４】Terzaghi の一次元圧密理論に関して，以下の設問に答えよ。

(1) Terzaghi の一次元圧密理論の根拠となる基本仮定（仮定条件）を列挙せよ。

①.粘土は均質，②.粘土は完全飽和，③.粘土粒子および間隙水は非圧縮性

④.粘土に加わる圧密荷重は，圧密期間中，または，全粘土層中，どこでも一定値。ただし，粘土の自重による応力は無視。⑤.粘土の骨格構造の圧縮方向は荷重方向と同じで一次元的に作用。

⑥.間隙水の流れは，荷重方向と同じで一次元的に生じる。⑦.間隙水の流れは Darcy の法則に従う。

⑧.有効圧密応力σと圧縮ひずみεは直線関係，⑨.透水係数 k 及び圧密係数 c_v は，圧密期間中，一定。

⑩.圧密による粘土層の厚さ変化による影響は無視する。

(2) 一次元圧密理論の微分方程式$\dfrac{\partial u}{\partial t}=c_v\dfrac{\partial^2 u}{\partial z^2}$を誘導せよ。

なお，式中，u は過剰間隙水圧，t は圧密時間， z は粘土層の下端を原点として上向きに z 軸を取った場合の土の微小要素の位置，cv は圧密係数をそれぞれ表す。

断面積 A，厚さΔz の微小要素について考える（図①）。

Δt 時間における土要素からの排水量Δq は，$\Delta q = (v+\partial v/\partial z\,\Delta t)A\Delta t - vA\Delta t = \partial v/\partial z\,\Delta zA\Delta t$ ――― ①

荷重 p による過剰間隙水圧を u とすると全水頭は，$h = z+(H_D-z)+ u/\gamma_w = H_D+ u/\gamma_w$ ―― ②

z における動水勾配 i は，$i = -\partial h/\partial z$ であるから，ダルシーの法則および②式より， $v = ki = -k\,\partial h/\partial z = -k\,1/\gamma_w\ \partial u/\partial z$

これを①式に代入すると， $\Delta q = -1/\gamma_w\ \partial/\partial z\,(k\ \partial u/\partial z)\,\Delta zA\Delta t$

次に，排水によって生じる土要素の骨格の収縮を考える（図②）。

排水によって土の微小要素に生じる体積収縮量ΔV_vは，単位面積で$(1+e_0)V_s = \Delta z$ と置き換えて考えると，

$\Delta V_v = \Delta eV_s = (\Delta e\Delta zA)/(1+e_0)$，単位時間当たりの体積収縮量$\Delta V$ は，$\Delta e/\Delta t\ V_s = \Delta z/(1+e_0)\ \Delta e/\Delta t\ A$

故に，$\Delta V = -1/(1+e_0)\ \partial e/\partial t\ \Delta zA\Delta t$

いま，間隙水の排水量と体積収縮量は等しいので，$\Delta q = \Delta V$，よって，$1/\gamma_w\ \partial/\partial z\,(k\ \partial u/\partial z) = 1/(1+e_0)\ \partial e/\partial t$ ―― ③

外荷重 p は時間的に変化しないことから，間隙水圧の減少分だけ有効応力が増加するので，$\Delta u = -\Delta\sigma'$

一方，$\Delta\sigma'$は鉛直ひずみの変化$\Delta\varepsilon$をもたらすので，$\Delta\varepsilon = m_v\,\Delta\sigma'$（$m_v$ は体積圧縮係数），これを③式に代入して，$\Delta u = -1/m_v\,\Delta\varepsilon$

ここで，$\Delta\varepsilon = \Delta V_v / V = \Delta V_v / (V_s + V_v) = (\Delta V_v/V_s) / (1 + V_v/V_s) = -\Delta e / (1+e_0)$,

よって，$\Delta u = 1/m_v\,\Delta e / (1+e_0)$，ゆえに，単位時間当たりの変化量は， $\partial u/\partial t = 1/m_v\ 1/(1+e_0)\ \partial e/\partial t$

これを，③式に代入し，k = 一定であることから，

$\partial u/\partial t = 1/(m_v\gamma_w)\,(\partial/\partial z)\,(k\ \partial u/\partial z) = k/(m_v\gamma_w)\ \partial^2 u/\partial z^2$

ここで，$c_v = k/(m_v\gamma_w)$ （圧密係数）より，$\partial u/\partial t = c_v\ \partial^2 u/\partial z^2$ を得る。

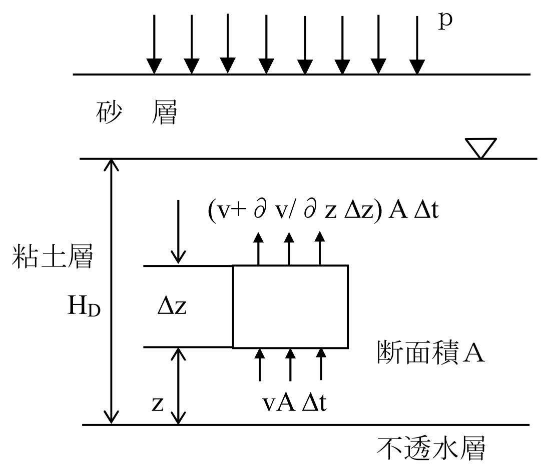


図 ①

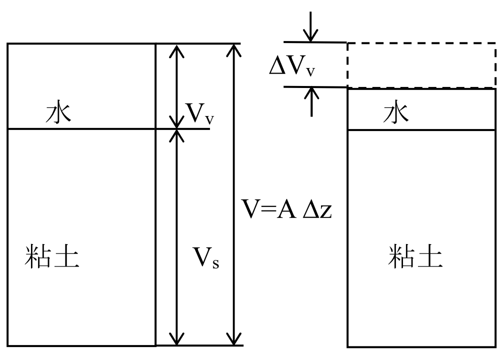
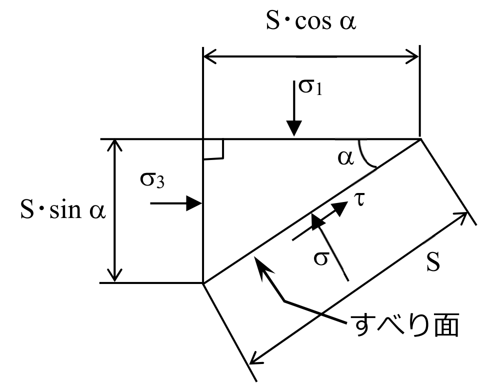


図 ②

【問題５】以下の設問に答えなさい。

(1) 右図に示すように，水平面とのなす角度がαで長さ S のすべり面に，垂直応力σとせん断応力τが作用している。この時，水平面に作用する応力を最大主応力σ_1，鉛直面に作用する応力を最小主応力σ_3 とし，このすべり面に作用する力の釣合いを考えて，(a) Mohr の応力円の式を誘導し，(b) (σ , τ)平面に，粘着力 c，せん断抵抗角 ϕ として，Mohr-Coulomb の破壊規準線とともに，Mohr の応力円($\tau\geqq 0$ の範囲)を図示し，図中に中心座標と半径を示せ。



(a) Mohr の応力円の式誘導

右図において，力の釣り合い式を考える。

鉛直方向：$\sigma_1 S\cos\alpha - S\tau\sin\alpha - S\sigma\cos\alpha = 0$ ―― ①

水平方向：$\sigma_3 S\sin\alpha + S\tau\cos\alpha - S\sigma\sin\alpha = 0$ ―― ②

①×cos α + ②×sin α とすると，

$\sigma_1 S\cos^2\alpha - S\tau\sin\alpha\cos\alpha - S\sigma\cos^2\alpha + \sigma_3 S\sin^2\alpha + S\tau\cos\alpha\sin\alpha - S\sigma\sin^2\alpha = 0$

∴ $\sigma_1\cos^2\alpha + \sigma_3\sin^2\alpha - \sigma = 0$ ， ここで，$\cos^2\alpha = (1+\cos 2\alpha)/2$，$\sin^2\alpha = (1-\cos 2\alpha)/2$ より，

$\sigma = \sigma_1(1+\cos 2\alpha)/2 + \sigma_3(1-\cos 2\alpha)/2 = (\sigma_1+\sigma_3)/2 + \cos 2\alpha\,(\sigma_1-\sigma_3)/2$ ―― ③

①×sin α - ②×cos α とすると，

$\sigma_1 S\cos\alpha\sin\alpha - S\tau\sin^2\alpha - S\sigma\cos\alpha\sin\alpha - \sigma_3 S\sin^2\alpha + S\tau\cos\alpha\sin\alpha - S\sigma\sin^2\alpha = 0$

∴ $(\sigma_1-\sigma_3)\cos\alpha\sin\alpha - \tau = 0$，ここで，よって，$\cos\alpha\sin\alpha = \sin 2\alpha/2$ より，$\tau = (\sigma_1-\sigma_3)\sin 2\alpha/2$ ――④

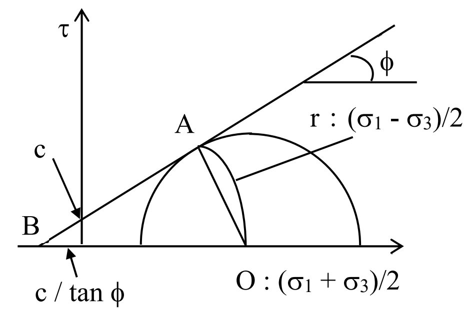
いま，③式を変形し両辺二乗すると，$(\sigma-(\sigma_1+\sigma_3)/2)^2 = ((\sigma_1-\sigma_3)/2)^2\cos^2 2\alpha$ ―― ⑤

④式の両辺を二乗すると，$\tau^2 = ((\sigma_1-\sigma_3)\sin 2\alpha/2)^2$ ―― ⑥

ここで，⑤式と⑥式の両辺を加えると，$(\sigma-(\sigma_1+\sigma_3)/2)^2 + \tau^2 = ((\sigma_1-\sigma_3)/2)^2$ ――⑦

⑦式は，(σ , τ)平面において，中心（$((\sigma_1+\sigma_3)/2, 0)$），半径$(\sigma_1-\sigma_3)/2$ の円の式である。

(b) Mohr の応力円の中心座標と半径の図示



(2) 破壊時の最大主応力をσ_{1f}，最小主応力をσ_{3f}とする時，粘着力 c，せん断抵抗角 ϕ として，Mohr-Coulomb の破壊規準式を全応力の主応力表示として誘導せよ。

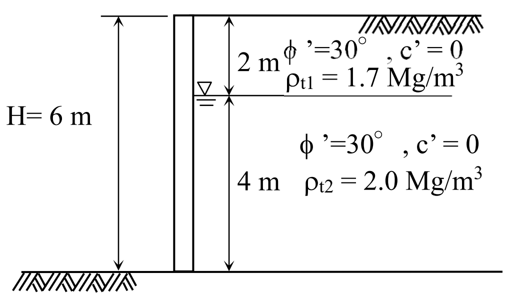
いま，右図において，三角形 ABO に注目すると，

$\sin\phi = ((\sigma_{1f}-\sigma_{3f})/2) / (c/\tan\phi + (\sigma_{1f}+\sigma_{3f})/2)$

∴ $(\sigma_{1f}-\sigma_{3f})/2 = c\cos\phi + (\sigma_{1f}+\sigma_{3f})/2\times\sin\phi$

よって，$\sigma_{1f}-\sigma_{3f} = 2c\cos\phi + (\sigma_{1f}+\sigma_{3f})\sin\phi$ を得る。

【問題６】右図に示す地盤条件におけるランキンの主働土圧合力と地下水位以下の水圧を求め，壁面に作用する全圧力を求めよ。ただし，重力加速度 g は 10 m/s^2 として計算すること。なお，図中，ρ_{t1}， ρ_{t2} は各層の湿潤密度，ϕ' はせん断抵抗角，c'は粘着力である。



ρ_{t1}=1.7 Mg/cm^3，ρ_{t2}=2.0 Mg/cm^3,

Rankin の主働土圧係数 $K_a=\dfrac{1-\sin\phi'}{1+\sin\phi'}=\dfrac{0.5}{1.5}=0.333$

$P_1 = ((1.7\times10\times2)\times0.333)\times2\times1/2 = 11.3$ kN/m^2

$P_2 = ((1.7\times10\times2)\times0.333)\times4 = 45.3$ kN/m^2

$P_3 = (((2.0-1.0)\times10\times4)\times0.333)\times4\times1/2 = 26.6$ kN/m^2

主働土圧合力 P は，　11.3+45.3+26.6 = 83.2 kN/m^2

地下水位以下の水圧は， $P_w = (1\times10\times4)\times1\times4/2 = 80$ kN/m^2

よって，全圧力は，83.2 + 80 = 163.2 kN/m^2

2026 年度室蘭工業大学大学院一般（1 次）入試問題の出題意図・評価ポイント

確率統計

【出題の意図・評価ポイント】

確率統計に関する標準的な問題を出題することで、記述統計量、尺度水準、二項分布、ベイズの定理および統計的仮説検定に関する理解度を把握し、計算を行う力をみることを意図した。

１．得られているデータに対する基本的な記述統計量の理解度と計算能力をみる。
２．尺度水準に関する理解度をみる。
３．確率の基本として，期待値と分散の計算能力をみる。
４．二項分布に関する理解度と計算能力を見る。
５．ベイズの定理に関する理解度と計算能力を見る。
６．統計的仮説検定について理解度と計算能力をみる。

2025 年 8 月 27 日

2026 年度大学院博士前期課程
環境創生工学系専攻（土木工学コース）入学試験
確率統計

受験番号：＿＿＿＿＿＿＿＿

※問題を解くにあたっては、解を求めるまでの導出や計算の過程を丁寧に記述してください。

問 1　ある都市にパン屋が 6 店あり、これらの従業員数を調べたところ以下の結果を得た。この結果から各種記述統計量を求めよ。

店舗	A	B	C	D	E	F
従業員数 x_i	3	17	5	15	9	11

(1)　平均値

解答：(　　10.0　　)

n 個の観測値があるとき，平均値は観測値の合計を n で割った値である．

(2)　中央値

解答：(　　10.0　　)

中央値は，観測値を大きい順に並べたとき，その中央に位置する値（の平均値）である．この場合、観測値を並べ替えると 3, 5, 9, 11, 15, 17 となり、中央に位置する 9 と 11 の平均が中央値となる．

(3)　母分散

解答：(　　25.0　　)

n 個の観測値とその平均値$\bar{x}$があるとき，分散S^2を求める式は，$S^2 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2$である．

(3－10)²+(17－10)²+(5－10)²+(15－10)²+(9－10)²+(11－10)²=(－7)²+(7)²+(－5)²+(5)²+(－1)²+(1)²=49+49+25+25+1+1=150=　49　+　49　+　25　+　25　+　1　+　1　= 150=49+49+25+25+1+1=150

σ^2=150/6=25.0

(4)　以上を基に変動係数を小数点 2 桁まで求めよ．分散は母分散を用いよ．

解答：(　　0.50　　)

変動係数は，標準偏差 s を平均値で割った値である．

問２　以下の例に当てはまる尺度水準について、それぞれ以下の選択肢①～⑤から正しいものを選びなさい。

選択肢 ①比例尺度 ②順序尺度 ③相関尺度 ④名義尺度 ⑤間隔尺度

（１）単なる区別のための分類であり、数値やラベルは「名前」にすぎない。大小・順序はない。
例：血液型（A・B・O・AB），学籍番号
解答：(④)

（２）値の差には意味があるが、0 は任意に定められており、比率には意味がない。
例：気温（摂氏・華氏），西暦
解答：(⑤)

（３）0 が絶対的な基準（存在しない状態）として定まり、値の差・比率の両方に意味がある。
例：身長，体重
解答：(①)

（４）大小や順序の比較は可能だが、数値間の差や比率には意味がない。
例：順位（1 位・2 位・3 位），満足度評価（満足・普通・不満）
解答：(②)

※③はダミーで使用されない

問３　一週間の中から同じ確率で 1 日をランダムに選ぶ。選ばれた日の曜日番号を月=1，火＝2，…，日=7 として確率変数 X を定める。以下の問に答えよ。

(1)　X の平均値（期待値）を求めよ。
解答：(4.0)
各曜日が出る確率は$\frac{1}{7}$であることから，期待値$E[X]$は$\frac{1+2+3+4+5+6+7}{7}$=4.0

(2)　X の分散を求めよ。
解答：(4.00)

離散一様 1～n の分散は（n^2-1)/12　または，V(X)=E(X^2)－E(X)^2 より，20－16=4.00

問４　ある確率変数 X は二項分布 B(n , p) に従うとする。ここで、
・n：試行回数（正の整数）
・p：各試行の成功確率（$0 < p < 1$）
・q：失敗確率 $q=1-p$
とする。なお、X の期待値は 5、分散は 4 である。以下の問に答えよ。【5 点×3＝15 点】

1）n の値を求めよ。

【選択肢】 ① 5　② 20　③ 25　④ 30　⑤ 40

　　解答：(　③ 25　　)

2）p の値を求めよ。

【選択肢】 ① 1/5　② 1/4　③ 1/2　④ 3/5　⑤ 4/5

　　解答：(　① 1/5　　)

3）q の値を求めよ。

【選択肢】 ① 1/5　② 2/5　③ 3/5　④ 4/5　⑤ 5/6

　　解答：(　④ 4/5　　)

解説

E[X]=np=5，　Var(X)=np(1－p)=4 より，1- p ＝4/5，p＝1/5，　n ＝5/(1/5)=25，　q=1-p=4/5

問 5　ある地域では、病気 D の有病率は 25% である。検査 T について次が知られている。

・罹患者に検査 T を行うと、その 60% が陽性と正しく診断される。

・非罹患者に検査 T を行うと、その 20% が陽性と誤って診断される。

ここで、無作為に選ばれた A さんが検査 T を受け、陽性と診断された。A さんが本当に病気 D に罹患している確率をベイズの定理を用いて求めよ。

解答：(　50%，もしくは 0.5　)

解説

病気 D の有病率を P(D)，検査 T によって陽性となる確率を P(T)とすると，設問より，

$P(D)=0.25$，　$P(\bar{D})=0.75$，　$P(T|D)=0.60$，　$P(T|\bar{D})=0.20$

以下のベイズの定理に代入すると，

$$P(D|T)=\frac{P(D)\cdot P(T|D)}{P(D)\cdot P(T|D)+P(\bar{D})\cdot P(T|\bar{D})}$$

正解は③ 50%

※参考　100 人の村の場合として考える：

罹患者 25 人 → 陽性（感度 60%）＝ 15 人

非罹患者 75 人 → 誤陽性（20%） = 15 人
陽性者の合計＝15＋15＝ 30 人
罹患者で陽性の割合＝15/30＝ 1/2＝50%
正解：③ 50%

問 6　ある工場で質量 80.00 g の部品が製造されている。通常、質量の分散は 0.16 g^2 の正規分布に管理されている。製造ラインの管理が適切か確認するため、16 個を無作為抽出して測定すると、平均は 79.92 g であった。有意水準 5%で、製造に問題が生じていないか検定せよ。

(1) 適切な帰無仮説と対立仮説を選択せよ。

選択肢　① 帰無仮説 H_0: $\mu = 130.00$, 対立仮説 H_1: $\mu \neq 130.00$
② 帰無仮説 H_0: $\mu \neq 79.92$, 対立仮説 H_1: $\mu = 80.02$
③ 帰無仮説 H_0: $\mu \neq 79.92$, 対立仮説 H_1: $\mu = 79.92$
④ 帰無仮説 H_0: $\mu = 80.00$, 対立仮説 H_1: $\mu \neq 79.92$
⑤ 帰無仮説 H_0: $\mu = 80.00$, 対立仮説 H_1: $\mu \neq 80.00$

解答：(　⑤　)

以下，前問題（1）の選択肢にある適切な仮説の下で検定を行う。

(2) 検定統計量の実現値 z（絶対値をとったもの）を答えよ。

解答：(　0.08　)

統計量 z は以下の式から得られる.

$$z = \frac{\bar{x}-\mu}{\sqrt{\frac{\sigma^2}{n}}}$$

ここで，$\bar{x}$: データの平均，μ：母平均，σ^2: 母分散，n: サンプルサイズである.

（絶対値は |z|=0.80|z|=0.80|z|=0.80）

(3) 有意水準 5%での適切な検定結果を選択せよ。なお、標準正規分布表より、z(0.025)=1.96 であることがわかっている。

選択肢　① 帰無仮説は棄却され，生産が正常であるという仮説は非常に疑わしい
② 帰無仮説は棄却され，生産に問題が生じているとまでは断言できない
③ 帰無仮説は棄却されず，生産が正常であるという仮説は非常に疑わしい
④ 帰無仮説は棄却されず，生産に問題が生じているとまでは断言できない

解答：(　④　)

$|z|=0.80<1.96$ よって 棄却されない。